核能簡訊

雙月刊 99
中華民國九十五年四月號

國內外核能新聞

京都議定書施行週年之世界核能現況

核能春燕悄然來臨

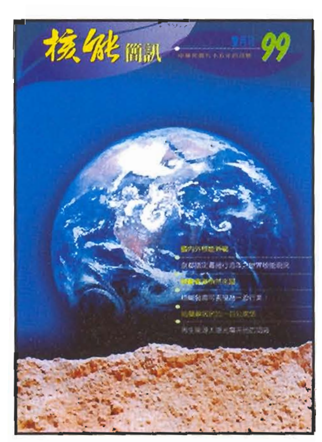
核能發電可否視為一般行業？

給蘭嶼居民的一封公開信

再生能源太陽光電系統的認識

99 核能簡訊
核能簡訊雙月刊
民國九十五年四月十日出刊

CONTENTS APRIL



出版單位／中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心
地　址／新竹市光復路二段一〇一號
研發大樓208室
電　話／(03) 5711808
傳　真／(03) 5725461
網　址／http://www.ess.nthu.edu.tw/~nicenter
E-mail／nic@nicenter.twmail.net
發 行 人／朱鐵吉
編輯委員／鄭安弘、蔡明隆、林明雄、蕭金益
翁寶山、潘　欽、洪益夫、開執中
鍾　堅、顏上惠、萬永亮、劉仁賢
黃文盛
主　編／朱鐵吉
顧　問／喻冀平
文　編／鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉
美　編／孫秀琴
編 印 者／信誠廣告事業有限公司
地　址／台北市興安街100號3樓之5
行政院新聞局出版事業登記證・局版臺誌字第 851 號

編者的話

京都議定書自2005年2月16日正式生效至今，已屆滿1週年，對於溫室效應的抑制成果目前還看不出來。不過，在加拿大蒙特婁召開的聯合國氣候變化綱要公約締約國大會提出：2005年有史上的「三最」--最熱、最多風暴與最乾燥。

台灣何嘗不是如此？去年一整年有多少天災，又造成多少生命財產的損失，國土地貌也已不復往昔。全球氣候的劇烈變化不再只是好萊塢影片中電腦動畫的特效，離我們已是咫尺。2005年有三最，2006年呢？

溫室效應造成全球氣候變遷，形成溫室效應的最大元兇則是二氧化碳。原本反核的環保人士有鑑於此，紛紛提倡以核能代替傳統的化石燃料發電，期望大量降低二氧化碳的排放。世界各國政府也將核能發電列入未來能源政策的選項，同時也大力宣導節約能源的重要性。希望藉由種種具體的行動，能有效減緩大自然的無情反撲。

如何在兼顧科技發展的同時又能與大自然和平共處，充分考驗人類的良知與智慧。台灣的放射性廢棄物目前暫存於蘭嶼，20年來，所有的科學數據顯示，蘭嶼地區的輻射劑量與台灣本島毫無差別，對環境生態並未造成不良影響。以台灣目前的核能科技水準，已可安全地處置這些低放射性廢棄物，台電蘭嶼貯存場的員工日日與廢棄物為伍，人人卻都身強體壯，即是最佳證明。只是如何能讓蘭嶼居民褪去不必要的恐懼感，坦然接受貯存場的存在，則有待相關單位的智慧與努力。



國內新聞 News

去年11月底才完成大修工程的核二廠2號機，反應器冷卻水卻在機組重新啟動後的第4天出現輻射異常反應，經研判很可能是核燃料棒破損，導致放射性物質外釋。為避免影響正常供電，台電在農曆春節期間停機檢修，並在上周五順利完成破損核燃料棒抽換作業。原子能委員會估計，台電因此次停機檢修造成的發電損失超過1億元。

為釐清核二廠2號機為何頻頻發生類似問題，而且每次都發生在機組剛大修完後，原能會決定邀集學者專家，重新審查法瑪通ＡＮＰ提出的運轉策略建議。

原能會強調，核燃料棒破損外釋的放射性物質全部在反應器冷卻水裡，不會洩漏到廠區外面，民眾毋須過度緊張。不過，該部機組共停機8天，發電損失達1億6千萬元。

（2006.02.07.**中國時報**）

為了順應國際環保潮流及國內環保團體的期盼，環保署完成了「溫室氣體減量法」送行政院審議，雖然我國不是京都議定書的締約國，但是二氧化碳排放量逐年增加，約占全球總量的1%，「溫室氣體減量法」讓國內推動二氧化碳減量有了法源依據。

環保署空保處葉芳露科長表示，未來立法完成後，企業所分配到的二氧化碳配額，可以視為有價物交易，如果二氧化碳排量的額度，不夠用或是有多出來，都可與其他的排放戶進行買賣，減量成本比較低的排放戶，可以多減一點，跟減量成本高的排放戶進行交易，減量成本高的排放戶就可以少減一點，以符合經濟效益。

草案中也訂定了相關罰則，二氧化碳排放量超過核定分配的額度，可以處50萬元以上、500萬以下的罰款。如果各種溫室氣體減量措施施行後，還是達不到國家總體減量的標準，將會立法實行「碳稅制度」向排放戶收稅。

（2006.02.16.**中廣新聞網**）

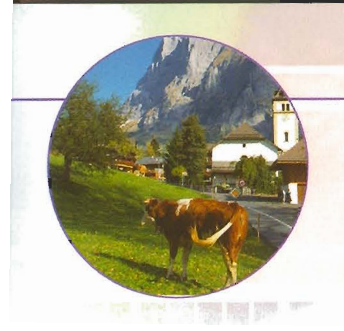
中國大陸在東南沿海密集建造5座核能電廠，陸續有11部核能機組運轉發電，為防範對岸核能電廠發生核子事故，導致輻射物質外洩，向東飄散汙染台灣，原子能委員會決定，今年起在台灣西部沿岸和金馬地區增設環境輻射自動偵測站，布建綿密輻射偵測網，以便在第一時間啓動緊急應變體系，協助國人採取適當防護措施。

原能會副主委蘇獻章昨日在該會例行記者會說明台灣地區環境輻射偵測計畫時表示，雖然政府目前尚未就相關問題進行評估，但也承認大陸密布在東南沿海的核能電廠若發生核子事故，確實會波及台灣。原能會輻射偵測中心主任黃景鐘表示，對岸的環境輻射偵測資訊不像台灣這麼公開，如果發生問題，我方很難在第一時間掌握相關資訊。

為防範大陸核能電廠外洩輻射物質汙染台灣，輻射偵測中心組長洪明崎指出，原能會決定今年起到民國98年，每年在西部沿岸和金馬地區增設兩座輻射自動偵測站，將偵測網從目前集中在各核能電廠附近，延伸到整個西半部沿海和金馬地區。

（2006.02.21.**中國時報**）

儘管外界質疑行政院追加核四預算違



法，台電昨晚在黨政協調會報中，仍提追加核四預算523億元。行政院副院長蔡英文裁示由經建會與台電再進一步申算。

台電已投入核四的投資額，除已核定1600億元，由於廢核四的衝擊，台電賠了30多億元，工程進度嚴重落後，預定要延至98年才能完工。相關官員說，政府「廢核四」帶來的後遺症，目前已一一突顯。

（2006.02.28.聯合報）

懸宕兩年多的放射性廢棄物最終處置場址條例法案，立法院本會期即將再度審議。經濟部常務次長侯和雄表示，目前選址地點初估3-4處，本島之外地點約為2個。此次會期該條例通過即可形成法源，以裨作後續選址、公投的依據。

放射性廢棄物最終處置場址條例在92年12月提出，由於爭議頗多，該法案懸宕至今仍未通過。侯和雄表示，由於低放射性廢棄物處置場址回饋金在上個會期從30億元到50億元的調升，對居住區域漸為有利，此次會期應能通過放射性廢棄物最終處置場選址條例法案，並形成法源依據。

侯和雄引日本與韓國放射性廢棄物選址公投為例，日本青森縣六所村放射性廢棄物處置高放射性與低放射性廢棄物，但生態環境仍維持良好，日本政府並運用100億的回饋金建設該地。而韓國放射性廢棄物場址的50億回饋金，則由3地爭相設置，最後也以公投方式確定。

針對台灣現行的放射性廢棄物處置方式，台電核能後端營運處處長林明雄表示，目前高放射性廢棄物放置於3個現有核能電廠，而低放射性廢棄物目前則以水泥固化方式，放置在3個核能電廠、蘭嶼與核能研究所。他表示，雖然放射性廢棄物能繼續放置在該處，但考量當地居民意見，因此才需要選定放射性廢棄物最終處置場。

根據未來可行的放射性廢棄物最終處置場公投構想，林明雄表示，公投將由最終場址所在鄉鎮的縣市政府主辦，由所在鄉與鄰近鄉鎮居民一同投票，而回饋金額的50億元，則由當地居民召開鄉民大會投票的方式，來決定屆時如何利用政府所提供的50億元回饋金。

（2006.03.05.中央日報）



美國核能反應器進一步延壽

美國核管會更新康乃狄克州Dominion's Millstone 核能電廠的2號機與3號機的許可執照有效期限，分別延至2035及2045年。Point Beach核能電廠的1號機與2號機的操作許可執照期限也延長了20年，至2030及2033年止。核能管理公司代表WE能源公司，經營位於威斯康辛州的小核能電廠。截至目前為止，美國總計更新了39部核能反應器機組的運轉執照。NRC 28/11/05, NucNet news # 201/05.

英國廠商競逐核電廠除役市場

英國原子能局（UK Atomic Energy Authority, UKAEA)、AMEC plc與CH2M Hill最近組成策略聯盟，競逐該國核能電廠除役市場開

放後的990億美金龐大商機。該聯盟鎖定英國即將大批除役的鋁鎂鈹合金反應器（Magnox）型與進步型氣冷反應器（AGR）型電廠，數量約為20座。該聯盟的成立正式揭開英國國營核電除役市場的序幕，豎立了政府開放自由競爭的里程碑。聯盟首先鎖定了英國核能電廠除役委員會(NDA)目前開放的20家國營核能電廠。因為這類電廠除役費用比美式沸水反應器（BWR）或壓水反應器（PWR）要高出數倍，所以總金額可能高達1000億美金左右。據估計有半數電廠將於2008年之前決定承包商，顯示商機無限。在英國的市場之外，聯盟會員也著眼開發東歐及前蘇聯的市場，吸取歐洲地區的經驗（摘譯/修訂自：WNA News Briefing 06.03期）

英國大多數民眾支持核能對抗氣候變遷

根據最新民調分析顯示，有54%英國民眾支持新建核能電廠來對抗氣候變遷威脅。另有48%民眾認為英國需要核能，因為再生能源不能滿足未來能源需求、63%民眾認為核能與再生能源是能源供應組合中不可或缺的要項。

不過民調也顯示，推廣再生能源（78%）與減少使用能源，如改變生活方式與提升能源使用效率（76%）比核能更適合對抗氣候變遷。

這項調查是由環境風險中心（Centre for Environmental Risk）、英國東安格利亞大學（University of East Anglia, UEA）的Tyndall氣候變遷研究中心（Tyndall Centre for Climate Change Research）與Ipsos MORI民意調查中心在2005年10月1日與11月6日月採訪1,491位超過15歲的民眾所得到的結論。（摘譯/修訂自：WNA News Briefing 06.03期）

法國：深地層處置核廢棄物最適宜

法國最近為高強度核廢棄物處置方式進行一場長達5個月的國家級政策辯論中，主席Georges Mercadal在結論時表示：民意較能接受高強度核廢棄物永久貯存於地下工程障壁設施的處理法。另外，今年或2020年前不需就此處理法做任何決策，靜待政治環境及科技更為成熟後再做討論。（摘譯/修訂自：WNA News Briefing 06.03期）

法國求核若渴

法國總統宣布原子能委員會(CEA)已開始著手設計預計於2020年運轉的第4代反應器原型，較原先的時程表提早了約5年。法國持續在核子第4代反應器3種技術領域耕耘：氣冷式快滋生反應器、鈉冷式快滋生反應器、以及氣冷式極高溫反應器。法國艾瑞華核電集團不斷鑽研氣冷式極高溫反應器的研究領域，對其表示有興趣的大客戶有美國、南非與中國大陸。基於快滋生反應器產生較少的廢棄物，並可使包括22萬噸的耗乏鈾及貯存在法國境內某些再處理鈾等資源，有更佳的利用率，法國原能會可能會以其為發展重點。

如果法國原能會著手於鈉冷式反應器設計(設計主要的革新是以氣體代替水作為中間冷卻劑)，因為有足夠的前人經驗可利用，可直接以示範廠開始運作。而如果他們選擇新式氣冷式的快滋生反應器，這全新的反應器首要步驟將需要小的原型廠，具有獨特燃料的形式。由於上述兩種設計操作的溫度不足以高至產生氫氣，因此留給美國與東亞各國繼續探討高溫的研發。法國原能會目前計畫每年給予第4代反應器4,000萬歐元的研發預算，其中一半用於研發氣冷式的設計，但是這個新重點計畫將需要增列大筆預算，甚至需要外國的投資。Nucleonics Week 12/1/06.

德國核能供應大半基載電力



德國核能學會會長表示，友善環境的核電提供德國大半基載電力，並且仍是該國未來能源組合的極優選擇。

德國核能學會會長Ralf Gueldner在今年1月16日的聲明中表示，核能是經濟、可靠而且友善環境的能源，其卓越的經濟性與科技優勢，應該成為德國未來能源組合的重要選項。

Gueldner的說法進一步闡述了總理梅克爾在國家能源會議中的意見，為2006年即將展開的德國核能政策大辯論提供論述基礎。

Gueldner進一步表示：根據現有技術與需求，鈾足可供全球至少使用200年；而且即使鈾價上漲，增加的發電成本也不會超過5%，相對於其他化石燃料的成本變動，根本微不足道。更重要的是，鈾礦大多掌握在「政治穩定國家」，如加拿大、澳洲等。

目前聯邦環境部（Federal Environment Ministry, BMU）於1月16日依據原子能法已同意德國境內核能電廠的全壽期發電權（lifetime production rights）可以相互轉移。老舊電廠的全壽期發電權可以轉移至新電廠，新電廠的發電權在「特殊狀況」下，也可以轉移至老電廠。（摘譯/修訂自：NucNet News No.13期）

義大利工業部長建議重新啓用核能發電

義大利工業部長史卡喬拉今天建議重新啓用核能發電，以確保能源供應安全。史卡喬拉在一項有關全國天然氣供應的緊急會議中提出這項建議。

他說，此次俄羅斯與烏克蘭的爭執造成天然氣的供應危機，顯示義大利必須減少對外國能源的供應依賴及開發新能源的重要性，包括風力、太陽能與核能發電等。

他希望朝野能就新的能源政策達成共識，以確保未來能源供應安全。他說，雖然俄羅斯天然氣供應危機似乎已經解除，全國天然氣供應體系的會議仍將於下週二再度舉行。此外，於2006年2月9日舉行的全國能源環保會議討論相關議題。

天然氣為義大利主要的能源供應來源之一，其總發電量的60%是以天然氣為燃料，而其所需的天然氣絕大部分自國外進口。

根據統計，義大利每年自俄羅斯進口240億立方公尺天然氣，自奈及利亞進口200億立方公尺，自利比亞進口80億立方公尺，另自荷蘭與挪威在北海的油氣田進口160億立方公尺。（聯合新聞網2006/01/04）

瑞典加倍核能稅賦

瑞典政府將核能電廠的特別稅賦幾乎增為原來的2倍，由原來每個月每百萬瓦電力的5,514瑞典克朗（相當於584歐元）增加為10,200瑞典克朗。亦即先前每度電徵收歐幣0.3分稅款，目前顯然已超過0.55分歐幣，這是依恃於在歐洲的環境，瑞典核能電廠營運成本低，但碳的費用已開始影響到化石燃料電廠的發電價格。（NucNet WNR 23/12/05.）

日本六個所村再處理廠進行試運轉

日本電力公司聯合會（Federation of Electric Power Companies ,FEPC)公布其會員的鈽元素使用計畫。日本核燃料公司（Japan Nuclear Fuel Ltd, JNFL）宣布自2月起，六個所村核廢棄物再處理廠將開始試運轉。根據計畫，今明年該廠將處理來自日本原子力發電株式會社(JAPC)、電源開發株式會社(EPDC)及其他9家電力公司的核廢棄物，從中提煉1.6噸的鈽，再

製成混合氧化物（MOX）燃料，最快於2012年應用在日本核燃料公司計畫營運的電廠。

根據日本電力公司聯合會的計畫，2010年時將有16-18座核能電廠使用MOX燃料。由於燃料製造廠目前尚未竣工，目前原料還是以海外供應為主，去年9月底就進口了25.6公噸的鈽。（摘譯/修訂自：WNA News Briefing 06.03期）

日本經產省核准島根3號建廠

日本經濟產業省依照電力設備工業法，日前正式核准中國電力公司（Chugoku Electric Power Co.）在島根（Shimane）電廠增設第3部機組。島根3號機採用進步型沸水核反應器，容量1375百萬瓦電，預計自今年底正式動工，2011年12月商轉。（摘譯/修訂自：WNA News Briefing 06.01期）

日本東芝併購西屋

日本東芝公司最近以50億美金天價併購原屬英國核燃料集團（BNFL）旗下的西屋公司核能部門，這項成交價格接近BNFL底價的2倍；據說同時參加競標的奇異-日立團隊出價僅15億美金。英國核燃料集團於1月26日召開董事會，討論各方出價及正式宣布得標者。

根據《金融時報》報導，東芝公司允許將少部分股權與美籍公司分享，美國紹爾（Shaw）集團、富樂（Fluor）、CH2M Hill公司與奇異都是可能對象。其實這樁交易BNFL才是最大贏家，因為BNFL 在1999年只花了12億就從CBS Corp手中購入了西屋公司，6年後轉手大賺38億美金。（摘譯/修訂自：WNA News Briefing 06.04期）

中國大陸：田灣1號機首度臨界

中國大陸核工業總公司宣布田灣核電站1號機於2005年12月20日首度達成臨界，目前正進行低功率啓動測試。田灣核電站第一期工程採用俄羅斯VVER-1000型壓水式反應器。同時，12月22日北京核工業第二研究設計院亦與中國廣東核電集團公司共同簽訂合約，負責廣東省臨高核能電廠第二階段工程、核島區設計以及技術支援。（摘譯/修訂自：WNA News Briefing 06.01期）

南韓提昇電力功率

韓國水力與核電公司(KHNP) 申請其靈光(Yonggwang)核能電廠的1、2號機以及古里核能電廠的3、4號機各提昇5.0%及3.5%的發電功率。法規上最後的定案將視其蒸氣供應系統內設計餘裕的安全評估而定。此兩座電廠均定期執行安全評審，而韓國核子安全研究所以12個月為期，仍在評審其中一座電廠。另外亦有意將古里電廠1號機－KHNP 公司最早的機組－的運轉執照，申請延長15年。（Nucleonics Week 5/1/06.）

加拿大安大略省肯定核能發電

安大略省電力管理局的主要能源回顧報告中提到，該省在未來的20年內，將需830億加幣的預算作為更新電力供應設備，以及維持核能發電比例為50%之用。隨著再生能源與能源效率所扮演的角色日益重要，能源未來發展重點應在於其可靠性。安大略省預計花費約400億加幣在核能電廠總計240億瓦電的新生與替代容量上，而此容量僅為年度需求成長的1%以下。衆所周知，核能比燃氣對環境的衝擊較小，且其營運成本也較低。投資新的基載容量相當急迫。此報告以每度電的均化成本為5.2分的95折計算，每千瓦電核能的建造成本為2,600加幣。一項民意調查顯示民衆強力支持核能發電，72%的受訪者贊成更新老舊電廠，52%的受訪者支持興建新核能電廠。（OPA 9/12/05, Toronto Star 10/12/05, Nucleonics Week 15/12/05.）



京都議定書施行週年之世界核能現況

■ 蘇獻章　李綺思
行政院原子能委員會

一、前言

能源是一個國家生存發展的重要命脈，因此各國莫不竭盡所能，確保能源供應的充裕與穩定。近代歷史經驗也再再告訴我們，世界很多紛爭的起因，當脫去外在冠冕堂皇的糖衣後，均是赤裸裸的能源爭奪戰，因此新名詞「能源帝國主義」最近在國際上應運而生。台灣不例外的亦視能源為國家安全的碁盤，但因先天環境的限制，幾乎所有能源俱仰賴進口，再加上國際政經情勢嚴峻的挑戰，因此比其他國家在能源的取得上，更為艱困。如何前瞻規劃能源結構配比的多樣、多方性，以確保能源供應不虞匱乏，是我國能源政策的一大考驗。

人類過去為了生存及有更美好的生活，不得不秉持著人定勝天的理念，犧牲大自然以成就社會、經濟的發展。人口學家馬爾薩斯在200多年前曾預言，世界人口不斷膨脹，但糧食的供給卻無法同步增加，將導致世界普遍飢荒的現象。然而，此一論調似乎過於悲觀，因為人類充分利用科技的發展，改良糧食的生產技術，打贏了這場糧食戰爭。但這種方式的經濟發展，卻伴隨而來山林遭到砍伐、土地過度開發、能源過度使用等破壞環境的問題，讓今日的我們嘗到氣候變遷、天災不斷的苦果。痛定思痛，人類終於體認到經濟發展與環境保護實應相輔相成，人類應該與環境和平共存，方能許諾後代子孫舒適的生存空間，確保人類文明的永續發展。

近年來，隨著開發中國家經濟蓬勃的發展，國際能源需求亦水漲船高，傳統化石燃料（煤、石油等）將無法有效應付高能源需求時代的到來，在此能源供需缺口不斷擴大下，就必須仰賴包括核能在內的再生能源盡一方之力。台灣在電業自由化後，雖然目前尚可確保電力供應的穩定，但是如何提供符合環保且價格低廉的電力，則是政府汲汲努力的目標。很明顯的，受限於現今技術及環境，替代能源（太陽能、風力、生質能等）的成本依然偏高且供應不穩定，再加上京都議定書溫室氣體排放管制的環保要求下，我們必須務實的正視價格低廉及低碳排放的核能發電在目前所應扮演的角色。

二、溫室效應與京都議定書

溫室效應的產生主要係太陽光照射至地面後，部分會以紅外線熱的方式反射，由於能量較低的紅外線無法穿透大氣層中的二氧化碳等氣體，因此熱能就會逐漸累積，此現象就如同地球的外面包了一層保溫毯。很諷刺的，雖然今日我們努力降低溫室效應所帶來的苦果，然而地球也就是因為有此保溫的作用，才能繁衍億萬物種，否則將可能永遠處於萬物不生的冰河時期。

溫室氣體計有6種：二氧化碳、甲烷（CH_4）、氧化亞氮（N_2O）、氟化烴（HFC）、全氟化烴（PFC）以及六氟化硫（SF_6），其中以二氧化碳的排放問題最為嚴重。由於二氧化碳滯留大氣的時間約為50—200年，因此，大氣中的二氧化碳濃度會不斷累積。而大氣中二氧化碳濃度的含量，與人類的行為息息相關，甚至可以交互印證人類文明的發展史。1775年瓦特發明蒸氣機以前，人類生存於農牧社會，當時大氣中二氧化碳的濃度約280 ppm，然而隨著蒸汽機的發明及1859年開採石油、1885年發明汽車，使大氣中二氧化碳的濃度不斷攀升。尤其在第二次世界大戰後，大氣中二氧化碳的濃度更是急遽上

升，預估2011年將達540 ppm。

隨著二氧化碳的濃度增加，地球的氣溫也漸漸變暖，20世紀全球增溫約為0.6℃，而台灣由於熱島效應及空氣污染的雙重影響下，更是增加1.1℃；更有學者指出，台灣近20年氣溫已增加達1℃。整個地球溫度的上升，已導致氣候的異常、冰棚崩解與生物物種的絕滅等等，也難怪2005年在加拿大蒙特婁舉行的聯合國氣候變化綱要公約第11次締約國大會中提到，2005年有史上之三「最」：最熱、最多風暴、最乾燥。

鑑於溫室效應對地球造成的傷害不斷浮現，國際社會亦逐漸重視氣候對人類生存環境的影響，聯合國於1992年地球高峰會通過「聯合國氣候變化綱要公約」（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC），對「人為溫室氣體」排放，做出全球性管制的宣示。並於1997年12月於日本京都召開的聯合國氣候變化綱要公約第3次締約國大會中，通過具有約束效力的京都議定書（Kyoto Protocol），該議定書在2004年俄羅斯臨門一腳的簽署下，達到施行門檻，故UNFCCC於2005年2月16日正式施行「京都議定書」。

京都議定書主要限制6種溫室氣體，其中二氧化碳、甲烷、氧化亞氮的管制基準年為1990年，而氟化烴、全氟化烴以及六氟化硫管制基準年為1995年。京都議定書指導的國際間執行溫室氣體減量的方式有三：共同減量（Joint Implementation，JI，在其他國家投資，以滿足本國排放減量的承諾）、排放交易（Emissions Trading，ET，以購買較易達成抑制目標產業多餘的排放權，補足不易達成的企業排放限制）及清潔發展機制（Clean Development Mechanism，CDM）。

台灣1999年至2003年的國內生產毛額（GDP）年平均成長率為2.58%，而二氧化碳年平均成長率卻為5.27%，很明顯的看出我國能源使用效率不彰，仍有極大改善空間。目前我國二氧化碳排放量約占全球1%，居世界第22位。我國雖非聯合國會員，但身為地球村的一份子，自然不能置身於國際事務之外，必須恪盡國際義務，因此對於京都議定書的規範，我們責無旁貸的必須遵守。為因應京都議定書施行所造成的衝擊，我國於通過京都議定書的隔年（1998）召開「第1次全國能源會議」，並提出二氧化碳排放量的參考目標。

此外於京都議定書施行後即成立跨部會因應小組，並於2005年6月20日召開「第2次全國能源會議」。該會議的結論主要包括：電價建立市場機制，促進能源價格合理化、積極發展並推廣使用無碳的再生能源、核能發電維持現狀（核四廠2700百萬瓦依原計畫進行；核一、二、三廠5140百萬瓦正常營運）、適當時機推動溫室氣體限制管制與交易、碳稅等措施、發展綠色運輸系統，舒緩汽、機車成長，並提升運輸系統能源使用效率、住商部門節約能源、採累進費率及推動綠建築等。此外，行政院環保署亦已積極完成「溫室氣體減量法草案」送立法院審議，凡此種種均是期望在兼顧經濟發展、能源供應及環境保護的原則下，經由相關政策、法令規範，調整產業、能源發展方向，以符合國際規範，為地球永續盡一己之力。

三、世界核能新思維

依據國際原子能總署2006年1月5日資料顯示，目前全球運轉中的核能機組共有443座，裝置容量共369,678百萬瓦，並有24座核能機組正在興建之中。雖然核能工業歷經三哩島、車諾比爾事故後，陷入空前的低潮，但在這段期間內，



各項核能相關研究依然默默進行，各種先進、安全的設計一一被驗證。時至今日，隨著京都議定書的施行及國際油價的攀升，各國亦更加體認到核能發電在過去對民生、環境的貢獻，也由於更安全的機組設計及過去運轉實績確認下，紛紛重新檢視其核能政策。在許多國家視發展核能為未來積極減少二氧化碳排放量的手段下，亦促使在聯合國氣候變化綱要公約第6次締約國大會中，因歐盟其他考量而不將核能計畫列入清潔發展機制的決議，受到嚴峻的挑戰。

美國自三哩島事件後，已無新建核能電廠的申請，然而近日的政策宣示、法案優惠等，都明白顯示出其重新興建核能電廠，確保世界經濟霸主的決心：能源部提供補助新建核能電廠、增加核能研發經費、核管會審照管制措施的改變等。尤其2005年6月美國總統布希對參議院的演講表示：「(美國)需擴大生產安全、潔淨的核能電力」，亦促使參議院於同月28日，以85：12壓倒性通過「能源法」。同年12月，其東北9州簽署「區域性溫室氣體減量專案」（Regional Greenhouse Gas Initiative，RGGI），並認為核能係等同再生能源。2006年1月，布希更明白表示：「…投資核能將有助於美國解除對石油的過度依賴…」。在此繁榮前景預期下，各新建核能電廠的前置作業也持續展開，例如：2005年12月底美國核管會核准西屋公司所提AP-1000核能電廠的建造安全申請；奇異公司亦於2005年8月提出新一代反應器經濟簡化沸水反應器（ESBWR）的安全審查申請等，而各電力公司也已規劃於近日提出新建核能電廠的申請。

此外，其他先進國家亦紛紛提出對核能發電的看法（如附表），例如：原本反核的英國首相布萊爾於2005年11月表示：「…全世界正重新思考將核能發電納入能源政策…」。同年12月，德國經濟部長表示：「…應該重新檢討逐步淘汰核能發電的政策…」。荷蘭首相亦表示將原定於2013年關閉的Borssele核能電廠，擬延長使用至2033年。另外，由於2006年1月發生俄羅斯與烏克蘭油管爭議，更促使歐盟國家重新重視準自產能源的核能發電。義大利工業部長、德國總理及歐盟能源部長均一致表示，核能電廠的重要角色及延長、重新啓用核能電廠的必要性。另外加拿大亦擬斥資36億美元，重新啓動Bruce廠4座核能機組（反核意識型態下的犧牲者，被迫於1995至1998年間逐步封存或停建）。至於亞洲各國，由於大部分屬經濟發展中國家，因此對能源的需求更加殷切，相對地對核能電廠的需求更加渴望：目前中國大陸共有11部機組運轉（位於田灣的第10部於2005年12月試運轉，第11部於2005年11月冷測試），其預估在往後的15年內，每年將有2－3座核能電廠商轉。韓國則預估2015年核能電廠將由目前18座增至30座，且明訂核能發電比例不得低於4成。

而日本經產省2006年1月5日公布的新能源政策中，推動核能即為其中一項重要的目標，日本社團法人原子力產業會議（JAIF）更預估，2050年核能發電將占該國的60%。印度目前共有8座核能電廠正建造中，另通過興建4部重水反應器、4部輕水反應器，最近總理辛哈更不惜允諾接受國際檢查，以換取美國民用核子科技與燃料供應。甚至連能源輸出國印尼，亦規劃2016年在爪哇商轉核能電廠。而目前經濟發展快速的金磚四國（BRIC）：巴西、俄羅斯、印度、中國大陸，除中國大陸與印度已如前述外，其餘二國亦對核能發電充滿高度興趣，並規劃建造新核能電廠（巴西3座、俄羅斯40座）。

而目前台灣的核能政策，在經歷核能四廠停、復建後，立法、行政二院即達成「非核家園



附表 京都議定書施行後國際對核能議題的作爲

日期	人或場合	作爲
2005.6.28	美參議院	以85：12通過【能源法】
2005.7.6	G8會議	提升核能的使用，以創造乾淨能源的未來
2005.9.10	世銀	重要領先地位可吸引銀行界對核能的投資
2005.11.22(30)	英首相布萊爾	重新思考包括核能在內的能源政策
2005.12.13	德經濟部長	必須重新思考是否關閉核能電廠
2005.12	荷首相	原擬2013年關閉Borssele 核能電廠，延至2033年
2006.1.4	義工業部長	建議重新啓用核能電廠
2006.1.4	德總理	主張延長核能電廠的使用期限
2006.2.5	報載	日本東芝以高於市價2倍的54億美元收購西屋核子部門BNFL
2006.2.10	美國核能協會	美國能源部提2007年預算時，研發經費增加55%，另提2.54億美元執行國際核能研發計畫
2006.2.27	俄羅斯	宣布投入700億美元，在24年內增建40座核能電廠
2006.3.1	加拿大	擬投資36億美元重新啓動Bruce A 4號機組
2006.3.1	中國大陸	位於山東海威的200百萬瓦高溫氣冷式HIG-PM動工
2006.3.12	俄羅斯	投入100億美元生產鈾燃料

為終極目標」的共識（協議書第2點：整體能源未來發展，應在兼顧國家經濟、社會發展、世界潮流及國際公約，在能源不虞匱乏的前提下…未來達成非核家園的終極目標），隨後並於行政院成立「非核家園推動委員會」。本此原則下，立法院並通過環境基本法，明訂政府應訂定計畫，逐步達成非核家園目標。另外，經濟部亦提出「非核家園推動法」草案，惟此草案因朝野無共識，仍待立法院進一步審查。

總括而言，2000年以前，全球反核聲浪仍然高漲，台灣搭上這波浪潮的末班車。然而隨著全球氣候變異造成天然災害不斷、核能安全科技的長足進步及其運轉實績的醞釀下，使得在2000年以後，美國、英國、俄羅斯及其他G8等工業國家紛紛表態支持核能發電。同時在2005年2月京都議定書施行後，再加上化石燃料價格的飆漲下，更促使各國將興建核能電廠的政策具體化，紛紛提出核能電廠的興建計畫。

四、下世代氫能：閃亮之星

由於能源供需差異的缺口愈來愈大，急需再生能源的注入，再加上體認再生能源方是未來能源的主流，因此世界各國對再生能源亦紛紛提出不同的優惠與補助措施，以扶植相關產業的發展。例如：丹麥目前風力發電已占10%，估計2030年將達50%。美國加州克拉瑪太陽能發電廠與澳洲雙巨塔結合太陽能與風能，是目前最大

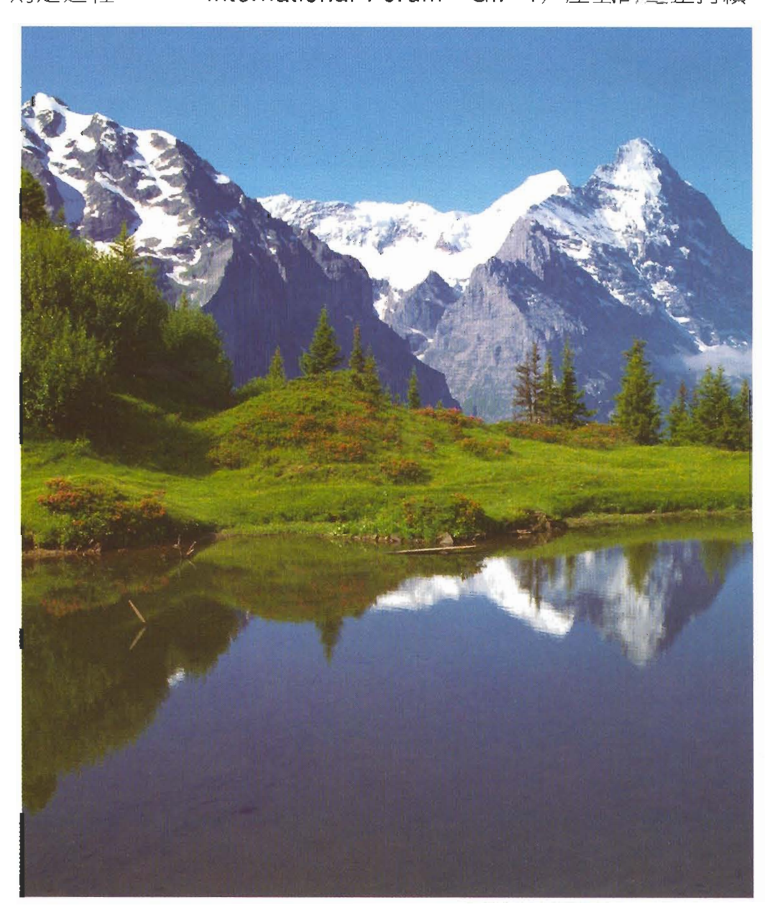


型的再生能源計畫。我國亦積極投入再生能源的發展，包括：太陽能、風力、地熱、生質能、水力發電等，而依據經濟部的規劃，將以2010年再生能源發電容量配比達10%為目標。

上述再生能源雖是親環境能源，但其使用仍會受限於氣候、環境、地域等，因此無法完全成為能源供應的主力。有鑑於此，科學家也不斷在研發未來的新興能源，期望能創造出乾淨、永續的能源，這其中氫能及核熔合發電最受工程界矚目。2005年，集世界主要國家之力，將耗資130億美元打造的人造太陽－國際熱核熔合實驗爐（ITER），決定落腳於法國卡得哈奇，象徵著核熔合計畫的正式啓動，然而，此未來能源預估要30年後才能造福人類。至於氫能，則是近程能源發展中最受世人矚目，並被視為明日能源之星。氫能之所以受到重視，主要在於其來源取之不盡、用之不竭，用後產物為水，非常乾淨。而由「油井到車輪」，由於貯存與氫燃料電池的技術突破，使氫能的使用指日可待。然而目前仍有生產氫氣要耗很多能源、成本極高，生產、運輸、貯存、運作系統等問題急需克服。氫氣的生產方式主要有水電解、高溫水蒸氣催化有機物、核能高溫裂解等，其傳輸方式則可利用碳鋼管線、加壓、液化方式，而其儲存則可利用壓縮、液態、固態式（金屬吸附、奈米碳管）處理。

很明顯的，氫氣雖然在地球上取之不盡、用之不竭，但畢竟其非原始能源的一種，亦即其仍必須利用其他能源將其轉化生產出來，而當其被生產出來並加以利用後（例如：太空梭燃料、氫燃料電池汽車等），並不會像化石燃料般產生二氧化碳等溫室氣體，只會產生熱和水，因此被視為保護環境的清潔能源。目前，生產氫氣的過程，是發展氫氣的最大成本障礙，因此多項研究均著重在如何降低氫氣的生產成本，以促使氫能的應用實用化、市場化。由於核能發電的價格低廉，因此在研發氫能生產的方式中，很快便被工程界所應用，目前新研發的下一代核能電廠設計，除考慮到直接發電外，亦能提供氫能的生產，進步型高溫氣冷式反應器即為一例。

目前，由歐美主導合作開發的「第4代核子反應器國際研究發展論壇」（Generation IV International Forum，GIF-4）產氫計畫正持續



進行中，而南韓和美國也於2005年12月13日簽約合作，擬於南韓首都首爾南方164公里處建造進步型核子反應器，預估於2019年投入氫能的生產。此外，全球各大汽車廠近10年也已花費數百億美金積極研究氫燃料汽車，各汽車大廠的原型車並已上路進行測試，例如：本田原型車利用超電容提供的額外電力及氫燃料電池系統採高分子碳氫化合物隔膜，已使車速達每小時150公里及320公里的續航力；另福特發表搭載可使用液態氫、乙醇與傳統汽油三種燃料的Tri-Flex引擎，填滿任何一種燃料都能達到至少560哩的續航力。專家們相信商業化為期不遠。

五、結語

京都議定書的施行，促使各國紛紛重新檢視其能源政策，雖然我國礙於國際現實，無法平等參與國際公約運作，但為善盡地球村一份子的責任，並為國家長久利益著想，我國絕無法置身事外。如同陳總統在2005年4月22日第2屆國際非政府組織(NGO)環境會議中表示：「我國雖非締約國，但必須以正面積極的態度面對京都議定書所帶來的挑戰」。

而隨著京都議定書的施行及國際化石燃料價格的飆升，並在其他再生能源無法適時填補能源供需的缺口下，各國莫不重新檢討其相關核能政策，並將此低碳、準自產能源的核能發電，視為能兼顧經濟發展、能源供應及環境保護的重要能源選項。台灣目前雖然秉持著非核家園的終極目標，但仍應在兼顧國家經濟、社會發展、世界潮流及國際公約，並在能源不虞匱乏的前提下達成，如同美國麻省理工學院莫里茲博士所說：「…如果能源解決方案排除了核能發電，那就沒有解決之道了…」。因此，國內目前除須持續確保核能一、二、三廠安全運轉外，仍應積極完成核能四廠興建，以提供國人價廉、穩定、低二氧化碳排放的廉淨能源。

六、參考文獻

1. 台灣未來經濟發展面臨之挑戰－京都議定書，梁起源，國政研究報告，財團法人國家政策研究基金會，台北市，2005.2
2. 背景分析－京都議定書的爭議與妥協，郭博堯，國政研究報告，財團法人國家政策研究基金會，台北市，2001.7
3. Hydrogen Production from Nuclear Energy, Leon Walters & Dave Wade, Argonne National Laboratory, Illinois, USA, 2002.11
4. The Hydrogen Economy, Barrie Cook, Symposium on Hydrogen Infrastructure, Hong Kong, 2003.11
5. 氫能的迷失，柯賢文，百年樹人－王家驥校長百齡嵩壽文集，高雄市，2005.9
6. Nuclear News, American Nuclear Society, La Grange Park, Illinois, USA, 2005.1
7. 美麗新世界－核能與文明的永續未來，李敏、梁天瑞，清華大學原子科學院，新竹市，2005.6
8. Nuclear Energy and the Kyoto Protocol,OECD/NEA, Paris, France, 2002
9. A Technology Roadmap for Generation IV Nuclear Energy Systems, U. S. DOE Nuclear Energy Research Advisory Committee and the Generation IV International Forum, Washington D.C.,USA, 2002.12
10. 能源政策白皮書，經濟部能源局，台北市，2006.1



核能春燕 悄然來臨

■ 編輯室

在人類文明的發展史上，核能似乎只是曇花一現。在20世紀初，它先以震驚世人的廣島原子彈登場，卻因過度樂觀使用核電而忽略其危險性，導致發生了連串的事故，如1979年美國三哩島事件及1986年前蘇聯車諾比爾意外。再加上核電需要投入大筆資金及嚴密的風險控管，以致產生越來越多反對核電的聲浪。「反核電」似乎在進入20世紀末已經形成一種「政治正確」，核電的時代也漸趨退場。

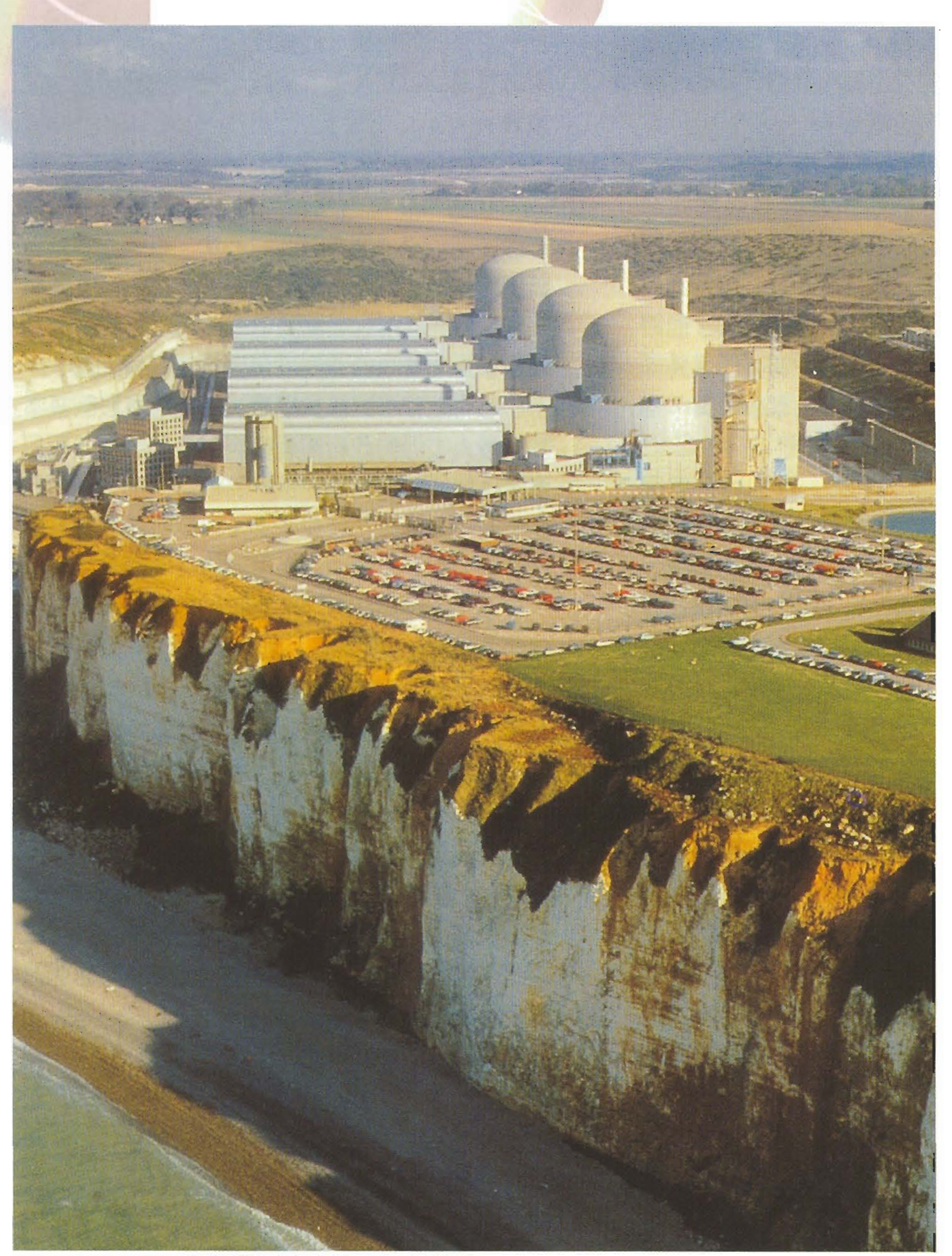
最近由於油價飆漲及氣候變遷的話題一再燃燒，核電這個20世紀末不受寵的孩子又得到了世人關愛的眼神。現今多數原油掌握在中東國家手裡，其不穩定的政治情勢讓全世界需時時刻刻繃緊神經，且原油礦藏又有日漸耗竭的趨勢，尋找替代性能源是勢必要走的一條路。而另一方面，燃煤發電雖然礦藏豐富且價格低廉，但是發電時所產生的二氧化碳卻是溫室效應的頭號兇手，因此，以往仇視核電的環保人士也因核電不會產生溫室氣體，而慢慢地軟化其強硬敵對的立場。

核電現在仍有兩個重大爭議：一為廢棄物處理，另為經濟性。廢棄物向來被視為是核能發電的重大議題，由於廢棄物具有放射性，一般不是予以掩埋處置就是回收再利用。然而，這兩種方式都有問題。廢棄物處置的用地，經常引發當地居民的抗議，進而引發政治風暴；回收再利用乍聽之下是不錯的選擇，不過廢棄物中含有製造核彈的原料—鈽元素，萬一被有心人士利用，後果不堪設想。而談到核電的經濟性方面，雖然研究顯示核能發電價格合理，不過實際上付出的社會成本通常難以估算，大部分視管理者的操作以及社會大眾是否能真正敞開心胸接受而定。

不過根據預測，20年後全世界電力使用量將會是現今的1.5倍，且以開發中國家占使用量的最大宗，能源枯竭危機使得尋找替代能源更為緊迫。現今的石油燃煤發電皆為不可更新資源，轉向可再生能源的太陽能發電及風力發電也是另一種選擇。只不過以目前的技術來說，以上這兩種發電技術都還不夠成熟，對於能源危機之火如杯水車薪，緩不濟急。所以最近越來越多的國家重新積極投入核能發電。

在亞洲的核電發展方面，日本亟欲擺脫進口能源的束縛，目前已有56座核能發電機組，預計在2010年時再增建5座核電機組。而近年來經濟快速竄起的中國大陸，在核能發電領域也已急起直追。目前中國大陸擁有的核能電廠僅9座，數量遠落後於美國的104座。在工業耗電量暴增的情形下，中國大陸境內現有占多數的燃煤發電廠仍不足以應付經濟成長的需求，且煤礦終有耗竭之日，可再生能源發電又緩不濟急，加上中國大陸的企業以浪費能源聞名，唯有興建核能電廠能解此燃眉之急。

因此，官方已承諾將投入500億美金興建電廠，目前興建與計畫中的核電機組總數達到32座，運用的是改良的核能科技—礫石床反應器(pebble bed reactor)。礫石床技術得到中國大陸青睞的原因在於其十分安全，核反應器不會像三

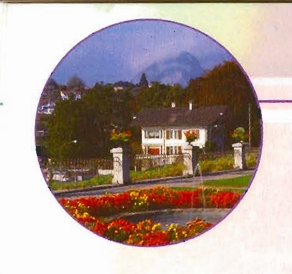


法國伯盧（Paluel）核能電廠（COGEMA公司提供）

哩島及車諾比爾事件一樣會熔化或爆炸。

然而，中國大陸的超大型興建計畫也引來了一些專家的疑慮。不穩定的政治情勢未來有可能導致計畫難產，且興建電廠所費不貲，各省政府大多財政困窘，官商勾結情況時有所聞，要他們放棄成本較便宜的傳統發電廠擁抱核電也有困難。另外，計畫常常趕不上變化，新一代核能電廠進度落後，完工之日遙遙無期，也迫使中國大陸投向工期較短的舊廠懷抱。

此外，新技術也面臨了人員訓練的障礙，中國大陸境內核能電廠運用技術各有不同，隨著技術的複雜化，人員的訓練及安全的控管將是另一個挑戰。不過，民間方面雖有日益高漲的環保思想，但中國政府巧妙的製造核電與經濟發展的聯想，且利用最近席捲全國的民族主義熱潮，大力宣傳核電的優點，使民眾不但能夠安心使用核能，且又能降低反對興建的聲浪。他們希望能在15年內，將核能發電量比例由現今的2%提升到4%。雖然核電發電量比



例與世界各國的16%相較，似乎微乎其微，但是這項超大型計畫終極目標是要引進國外技術，希冀未來能夠自行興建核能電廠。

日前，美國簽訂協助印度發展核電同意書，印度也簽訂了禁止核武擴散條約。表面上看來是美事一樁，但實際上印度尚未清除國內的軍事核武設施，且核能電廠的建立，等於給了他們一個儲存鈾的正當理由。某些人士擔憂印度將來會用於製造核彈，且啓動全亞洲的軍事競賽。

相較於亞洲國家的大動作，其他國家的反應呢？一向反核能的歐洲，由於氣候變遷和進口天然氣油價飆漲，使得民心思變轉而支持核能，俄國中斷烏克蘭天然氣事件後，歐洲人尤其不想依賴進口能源。縱使大多歐洲人仍對核電有疑慮，但呼籲重新思考核能角色的聲浪越來越高。

北歐的芬蘭即將興建前所未有的大型核電機組，該座電廠將是自1986年車諾比爾事件後的第一座歐洲新電廠，結構足以抵擋恐怖份子的飛機攻擊或是內部爐心熔化。而瑞典有超過1/3的民眾支持核能。波蘭則已啓動兩座反應器的初步工作，該國發言人表示，「現在還蓋燃氣發電廠是個瘋狂的主意，唯一能解決問題的就是核能電廠。」另外，丹麥已籌備要從瑞典購買核能電力。

英國首相布萊爾在新年談話中透露，他將對是否增加核能發電比重做出重大決策，英國的核能發電能源比例占20%，隨著汰換老舊核能發電機組，核能比例將逐步下降。法國則宣布將在2020年前蓋一座反應器，全國將達到近60座核能電廠。義大利18年前曾公投通過反核電政策，不過現任總理貝魯斯柯尼公開表示，政策將會大轉彎。德國則展開了是否該在2020年前停止使用核能的辯論。而美國人再也受不了仰賴中東鼻息進口石油，美國總統布希則大幅提高核能預算。

在這片核電的光明榮景之外，放射性廢棄物的問題仍無法獲得完全的解決，雖然放射性廢棄物再處理，提煉出鈽之後較容易處置，不過目前全世界的放射性廢棄物再處理後足以製造20萬顆原子彈，是故各國對於再處理多存有疑慮，一不小心可能會導致核武擴散。而死忠反核的基本教義派人士仍對政府頗有微詞，他們認為政府只會頭痛醫頭腳痛醫腳，卻對於治本的節省能源方案不屑一顧。

學者專家提出了反向思考，在除了不斷增建核能電廠的選擇下，大眾還可以選擇節省能源，以及發展高效率使用能源的電器。以中國大陸為例，或許工業快速發展使得其能源需求大增，占2005年使用量40%，但是該國浪費能源則是名列前茅，多於日本11倍，使得中國大陸不得不正視能源效率問題，提出提高20%能源效率的5年計畫(2006-2010)，更進一步承諾在2030年前減少排放6千萬噸溫室氣體，並且發展省電電器，以及成本約地鐵系統1/10的大眾捷運系統。其他各國也從減少電量使用這方面著手，可見不斷的蓋電廠不是能源枯竭時代裡我們唯一的選項。

但是由各國情勢看來，核電是唯一可以在環保和工業需求間取得平衡的解決方案。不過公眾能否戰勝對核電安全的疑慮，將決定核能的走向。實際上，核能已是不可擋的一股趨勢，除了不用電之外，我們只能更深入瞭解核電，並且坦然接受。

(參考資料：Newsweek 2006年2月6日號)



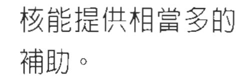
核能發電
是否可被視為一般的行業

■ 編輯室

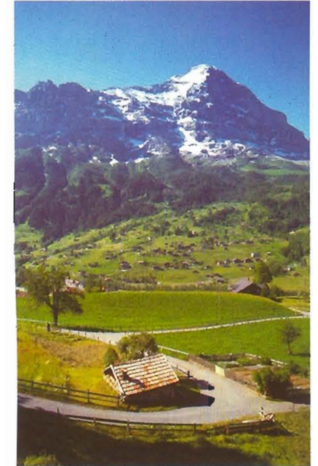
美國自從三哩島事件後沒有新的核能機組訂單，現有的104部核能機組仍持續運轉，提供了美國1/5的電力供給。三哩島與前蘇聯烏克蘭1986年的車諾比爾事件，導致美國核能發電工業停滯成長。

最近核能發電的公司已經開始享受到其發電相較於其他發電成本低廉的好處，一些動作快的投資人確信核能即將復甦，而買進核能發電公司、設備製造商及燃料製造商的股票。

由於傳統能源（天然氣、煤）價格上揚，核能發電從經濟層面來看已擁有很大的優勢，雖然仍有許多人擔心輻射外洩及放射性廢棄物長期貯存的問題，以及核能電廠在恐怖攻擊、戰爭及颶風衝擊下難以防範。但隨著全球化溫室效應的議題成為主流，許多投資人已意識到核能發電不會產生溫室效應氣體。美國國會已回頭支持核能，並在2005年通過能源法，在能源法中對於



核能提供相當多的補助。



在此前提激勵下，我們可以大膽的說核能在未來美國電力供應上，將扮演相當重要的角色。對於核能有興趣的投資人而言，投資美國最大的兩家核能公司Exelon及Entergy，或許是一種相當穩健的作法，過去兩年中，其股價表現超出一般股票。在核能發電強而有力的擔保下，位於芝加哥的Exelon公司目前已有17部核能機組分別位於10個核能發電廠中商業運轉，如果加上紐澤西州位於Newark的公用服務事業集團（Public Service Enterprise Group）目前尚在擱置中的機組，Exelon將會有20部核能機組位於12個核能發電廠址，今年Exelon的股票已經漲了15%。緊接著Exelon公司之後全美第二大核能公司為Entergy，目前擁有10部核能機組，大約1/3的獲利貢獻來自東北地區的核能機組。

目前美國共有8家電力公司，包括Exelon及Entergy，正準備為了一座新的核能電廠的執照許可作業，共同成立了一家名為NuStart能源公司，以發展及設計新的核子反應器，並考驗聯邦政府簡化發照的程序。

其他國家特別是中國大陸及印度，可能很快興建更多的核能電廠，有人提到中國大陸將會興建20至21部核子反應器。全英國1/5的電力由英國能源公司提供，這家公司目前擁有8座核能電廠及一家燃煤電廠，應該可以算是一家核能發電公司。

最後，投資人希望核能發電能變成另一項一般行業，而不再被視為一種危險科技下的工業產物。

（取材美國紐約時報2005年12月12日報導）



放射性廢棄物貯存場是蘭嶼島上的「金雞母」

—給蘭嶼居民的一封公開信—

■ 林建昌

有些人硬要把蘭嶼貯存場的放射性廢棄物「妖魔化」，政府主管機關乃決定將近10萬桶已經水泥固化的放射性廢棄物遷移他處。當年政府將這些放射性廢棄物「暫存」在蘭嶼，20年來，所有科學數據顯示與台灣本島毫無差別(參見附圖1-4)，對環境生態以及居民健康，並未造成任何傷害，台電貯存場員工更天天與「妖魔」為伍，一樣健康無恙。不可否認的，雖然貯存場周邊5公里內並無居民，但將它妖魔化，對蘭嶼居民心理上的恐懼感，多少受到影響。台電雖然每年一再提供回饋，補償地方教育與建設，但還是無法改變居民要求搬遷的事實。

筆者曾多次呼籲，最好處置這些廢棄物的方法是「就地正法」，將所有壕溝灌入水泥，固化成幾個大石棺，不但表面輻射強度可降到背景值，任何被妖魔化的放射性物質，在雙重固化後封埋在地下，永世不得超生，一了百了。這也是日本人在本州北部海濱的六個所村所採用的雙重固化、淺埋的方法（參見附圖5、圖6）。日前本人再度參觀貯存場目前作業的情形，讓我更堅信「就地正法」才是處置這些廢棄物的上上之策。

以目前的情況來分析，要搬遷廢棄物桶、尋找新場址還是遙遙無期，更何況，新場址當地的居民能否接受這些被妖魔化的廢棄物也是個問題。而目前為了遷移的準備工作，台電已開始做廢棄物桶檢整的工作。因為有部分的鋼桶有腐蝕現象，防腐漆的剝落與鋼桶的破損，檢整工作除了補漆工作外，小破損的必須重新包裝，而嚴重破損的還得將粉末化的廢棄物碎片收集，再重新固化，增加體積。樂觀的估計，檢整的工作也要6年時間才能完成。

從現實的考量，將廢棄物「就地正法」，可以節省國庫幾十億的費用，將這些錢當蘭嶼居民的回饋補償金，一舉兩得。蘭嶼島上居民可以利用這筆資金，開發貯存場大約一、兩平方公里的土地（參見附圖7），不管地下埋藏著什麼「妖魔」，將原址建設成台灣最理想的離島渡假村，包括小型高爾夫球場與觀光賭場，居民

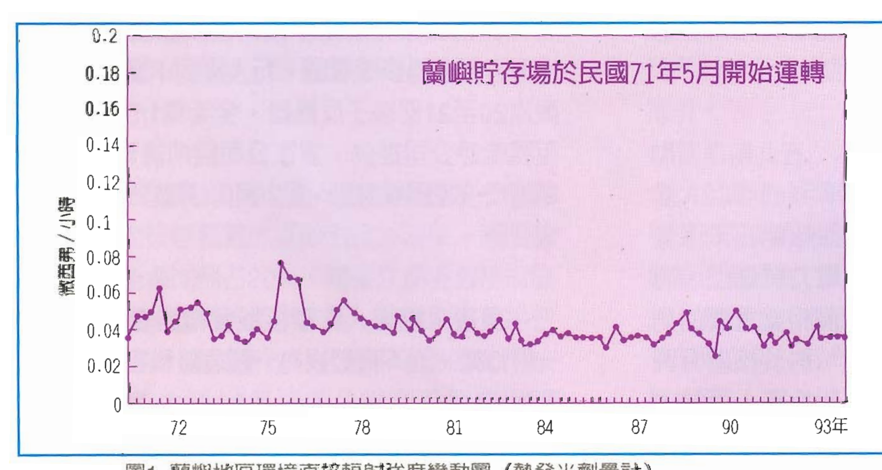


圖1. 蘭嶼地區環境直接輻射強度變動圖（熱發光劑量計）

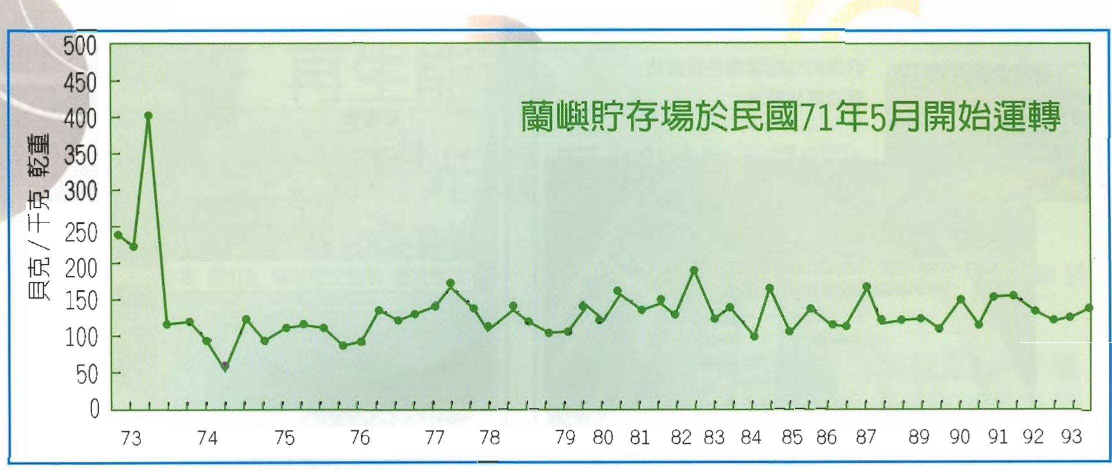


圖2. 蘭嶼地區草樣總貝他平度變動圖

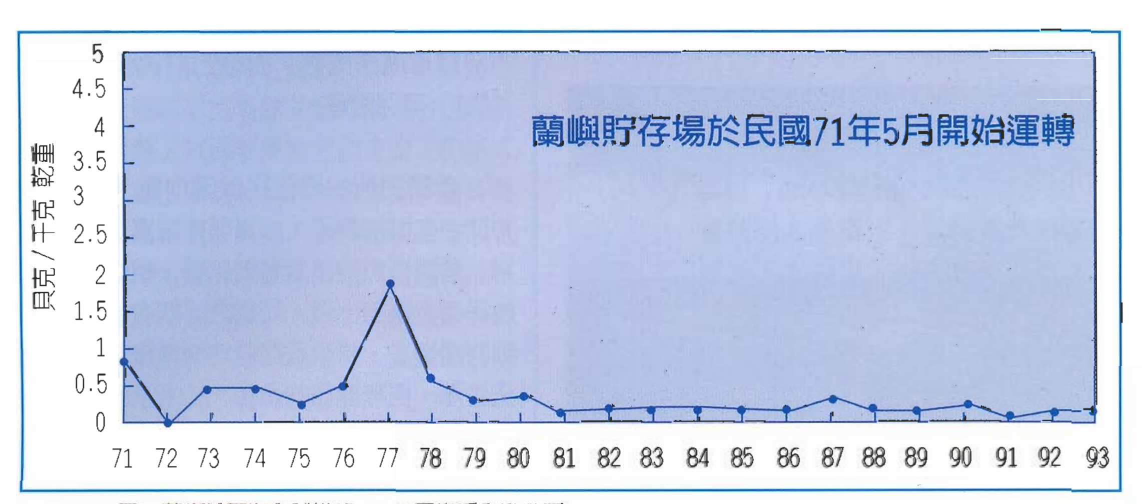


圖3. 蘭嶼地區海魚試樣銫—137平均活度變動圖

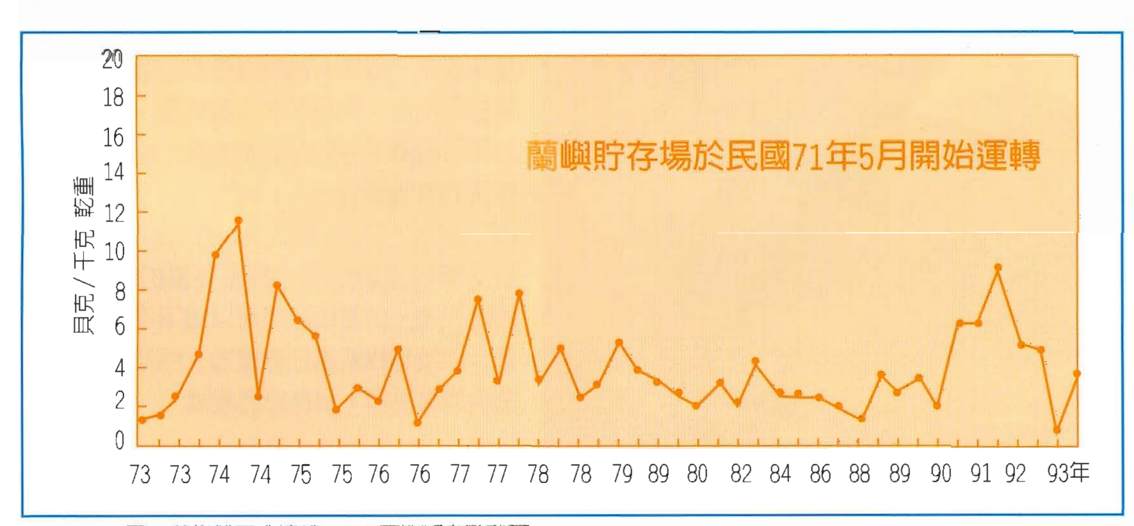


圖4. 蘭嶼地區土壤銫—137平均活度變動圖



圖5. 日本低放射性廢棄物最終處置設施—六個所村處置場

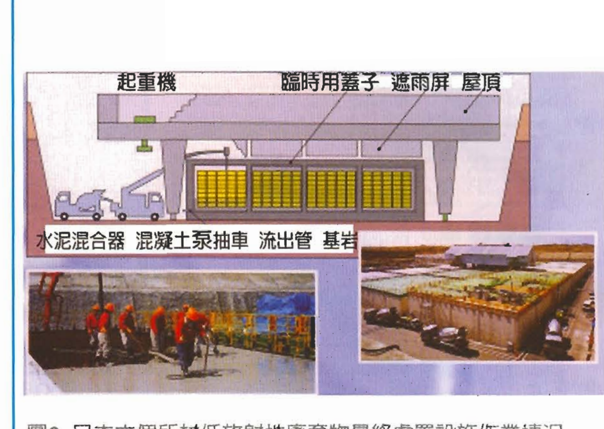


圖6. 日本六個所村低放射性廢棄物最終處置設施作業情況

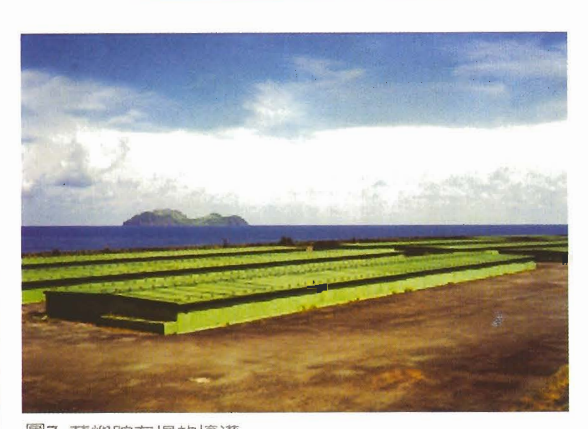


圖7. 蘭嶼貯存場的壕溝



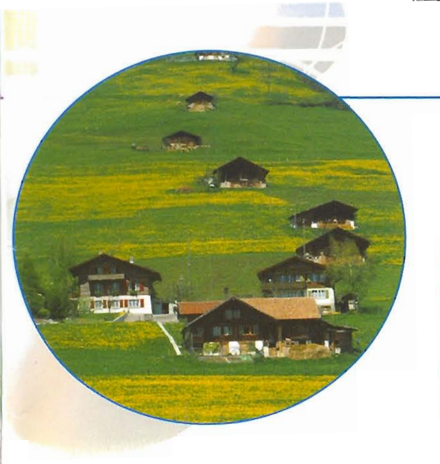
蘭嶼貯存場鳥瞰圖

不但增加就業機會，而地方財源將滾滾而入，「錢途」無可限量。

美國印地安原住民保護地區，就有兩種地方開發生財的例子，一為開採鈾礦，另一為開賭場。蘭嶼飛魚的產量越來越少，相信蘭嶼居民不能等待奇蹟的出現。如果把「妖魔」驅離，得不到回饋資金，將來貯存場地面恢復原狀，還是無法生產，更無開發的資金，徒乎奈何。為了生活的改善，化「妖魔」為「金雞母」，蘭嶼可能因為廢棄物貯存場，因禍得福。台灣離島各地爭取開設賭場而不得其門而入，蘭嶼卻有先天有利條件。但願蘭嶼居民理性思考蘭嶼的未來，考慮接受筆者此一建議。蘭嶼廢棄物貯存場現址在蘭嶼島的東南角，與居民生活圈隔離，將來開發後，就像目前廢棄物貯存場的存在，絕不會影響居民樸實的生活環境。

筆者這項建議，將是雙贏的局面，願蘭嶼居民三思，台電或政府可以省下不必要的人力資源，以及尋找新場址的壓力。而最大的贏家就是蘭嶼的居民了，我為您們祝福。

(本文作者曾任國營會及原子能委員會顧問)



再生能源 太陽光電系統的認識

■ 張振成

一、前言

自19世紀工業革命以來，人類的生活由以前的農業型態改變為以工業為主後，大量使用化石燃料的結果，造成氣溫遽變及溫室效應增加；我國的溫室氣體排放總量居全球第22位，約占世界排放總量的1％。京都議定書已於94年2月16日生效，氣候變遷與溫室氣體減量成為現今世界最重要的環境課題，我國雖非聯合國會員，仍將成為國際關切減量的標的。另外，台灣到了每年夏天常常面臨電力不足的危機，若開發新電廠以滿足尖峰時刻的用電量，除了不符經濟效益及成本考量外，又容易污染環境，因此太陽光電的利用，除了可擺脫用電不足的危機外，又能符合環保精神，值得大量的推展與鼓勵。

本文從介紹「再生能源太陽光電系統」開始，進而說明目前世界各國對於太陽光電所做的努力情形，提供大家對於太陽光電系統有更多的認識，作為推動能源教育的參考。

二、再生能源及太陽光電系統的介紹

(一) 再生能源：所謂再生能源為環境中自然重複產生且可提供人類使用的能源，包含有：太陽能、水力、風能、地熱、潮汐能、波浪能、生質能等。台灣因為受地理及氣候因素限制，目前僅有風力發電及太陽能發電兩項能源在利用，台灣南部因為風力不夠強，則以推展太陽光發電較佳。

(二) 太陽光電系統介紹

1. 太陽的能量：太陽能是取之不盡、用之不竭的能源，台灣位居亞熱帶，又靠近赤道，日照量非常充足，地面每天大約擷取1.7×10^{11}kWh的太陽能，相當於1億桶石油的能量。

2. 太陽光發電系統：太陽光發電系統乃是利用晶矽（crystalline silicon）、非晶矽（amorphous silicon. a-si）等半導體組太陽電池，以光電轉換功能來發電。太陽電池在本質上可以說是能的轉換器，沒有一般所謂「電池」的蓄電能力。所以太陽光發電系統的構成，除了太陽電池的模板組外，還包括蓄電池、直交流轉換器及控制設備等周邊設備組合而成。

3. 太陽光發電系統特點：

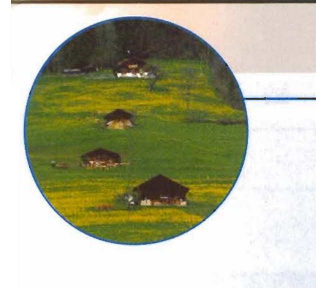
(1) 不需要燃料，不產生燃燒，所以不會對環境造成影響。

(2) 沒有運轉部分，所以不會產生噪音，而且維修容易。

(3) 太陽電池可模組化，進行大量生產，且規模度的彈性很大。

(4) 由於太陽能的密度小，所以為了獲得較大的電力，需要相當大的模板面積。

(5) 隨著自然條件的改變（陽光強度的不同），輸入變動將影響輸出的穩定。且太陽電池不具蓄電能力，故需另設蓄電池和控制裝置，以維持電流品



質。(工業技術研究院，2004)

4. 太陽光發電系統介紹：太陽光發電系統的應用相當廣泛，隨著應用場合的不同，系統架構也有所不同，目前有以下3種：

(1) 併聯型系統：與市場併聯型太陽發電系統，日照充足時，光電系統所發的電優先給自家負載用電；當發電不足或不發電時，再由台電補充不足的電力。故太陽光電能系統對大多數家庭白天產電、晚上用電的情況較不經濟實惠。

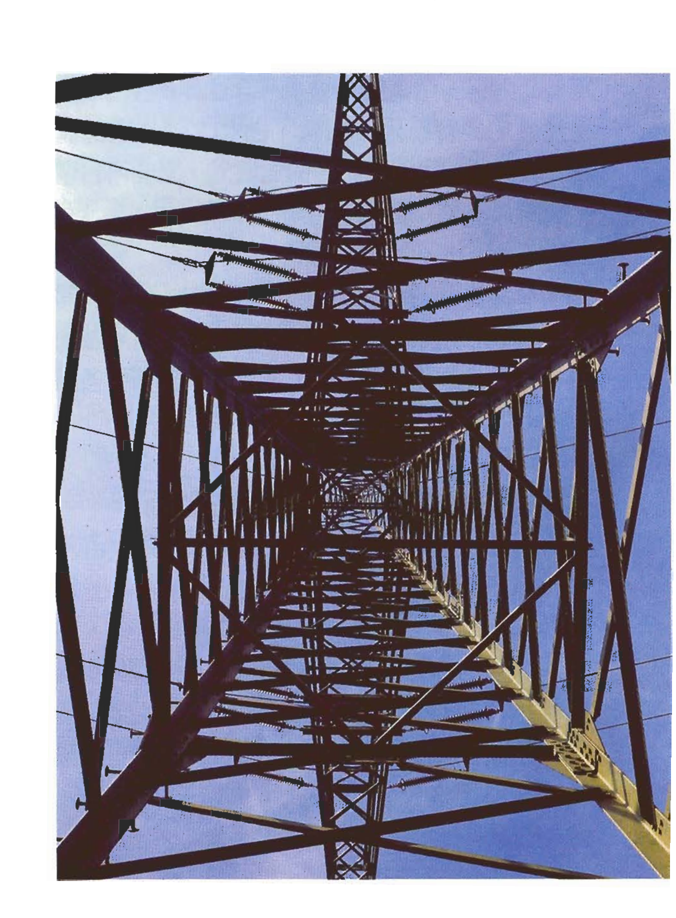
(2) 獨立型系統：通常安裝於偏遠輸配電無法達到的地區，必須完全由太陽發電系統供電。當太陽電池的輸出功率大於負載功率時，多餘的電力將儲存在蓄電池中；反之當太陽電池的輸出功率小於負載功率時，不足電力將由蓄電池提供。

(3) 混合型系統：太陽能發電與其他供電系統一併混合供電（如市電、緊急發電機、電池等)，通常指具有蓄電池且與市電併聯的系統，當太陽電池的輸出功率大於負載功率時，多餘的電力將儲存在蓄電池中；反之，當太陽電池的輸出功率小於負載功率時，不足電力將由台電提供；當台電斷電時，系統可自動切換由電池供應緊急負載。

三、我國與世界各國太陽光發電系統裝置的比較

全世界各國的太陽光發電系統自1990年後即以驚人的速度成長，其總發電量為30 MWp，到了1997年超過了100 MWp（包濬瑋，2003)，根據2004年IEA-PVPS的統計，20個參加會員國合計裝置1312 MWp，其中以日本的637 MWp居冠，德國277 MWp次之，美國212 MWp名列第三，各國太陽光發電系統裝置的比較如附圖。

我國「再生能源發展條例」業於91年6月6日由經濟部陳報行政院審議，作為推動再生能源的跨部會協調機制，以凝聚各級政府機關與民間力量作有效整合執行，群策群力共同積極推動再生能源的開發利用，分為短、中、長期三階段，預計至2020年累計總投入設置成本約為新台幣



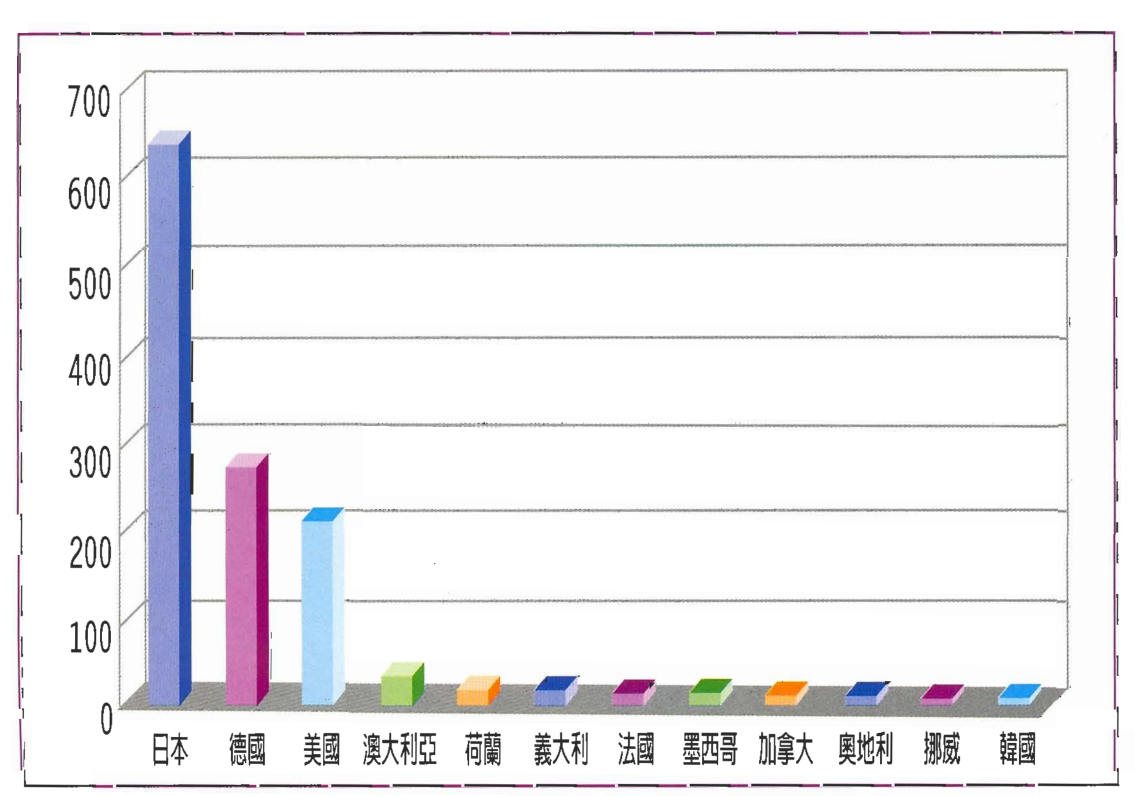
2667億元。其中發電系統累計設置成本約為新台幣2110億元，累計裝置容量約為360 MWp，累計發電量約為153億度。獎勵補助設置太陽光電發電示範系統，截至94年2月底止，太陽光電示範系統核准設置案件已有136件，核准設置容量達1292千瓦。（資料來源：經濟部能源局）

由以上看來，世界各先進國家對於太陽光發電都投入相當多的金錢與精神。日本於1992年推動公共設施用太陽能發電系統補助，1998年開始推動10kW以上產業用系統補助，2001年設置21000戶，累計設置5萬多戶，2010年目標為5000 MWp。我國預計於2020年裝置360 MWp，兩者相較之下，可見我國在推動太陽光電系統的腳步，確實落後世界先進國家各國甚多。

四、結語

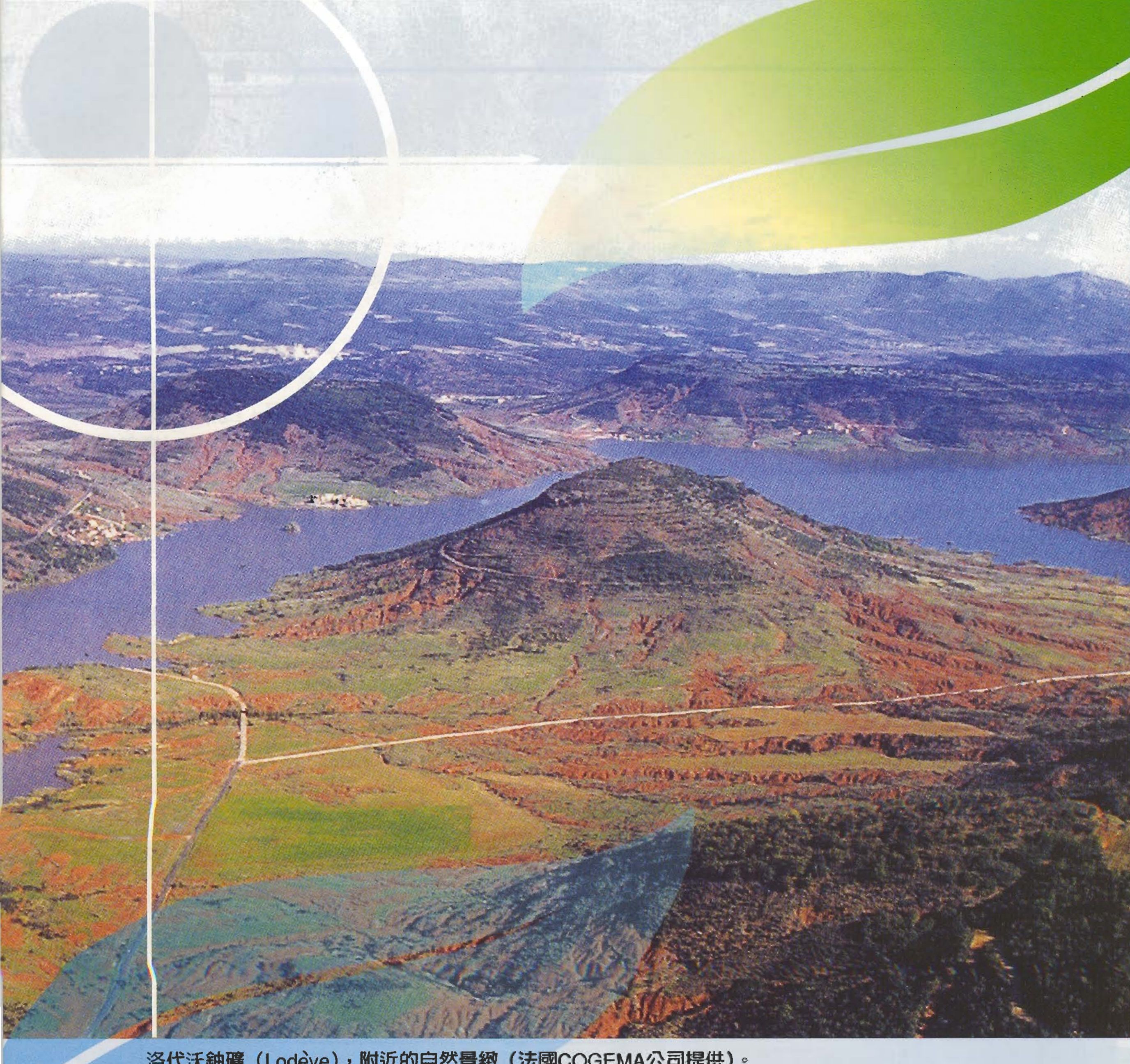
傳統化石能源蘊藏量有限，目前石油儲藏量剩下約1兆338億桶，尚可使用約43年（經濟部能源局，2005），世界各國無不為尋找新的替代能源積極努力，而太陽能免費、取之不盡、用之不竭的特性，深受各先進國家的青睞。因此自1990年以來即投入大量的金錢及心力發展太陽光發電系統；我國在推動太陽光電的成績雖然落後日本、德國等先進國家，仍應不遺餘力的持續推動。

（本文作者為屏東縣立萬丹國中校長）



附圖. 世界各國太陽光發電系統裝置量比較（資料來源：工業技術研究院. IEA-PVPS）

INFORMATION



洛代沃鈾礦（Lodève），附近的自然景緻（法國COGEMA公司提供）。